

論 説 報 告

ボルトランドセメントによる路床土安定法の研究

第一報 土壤種別と安定强度との関係に就て

(第一回學術講演會講演)

正会員 前 田 稔*



1. 実験研究の目的

路床土の安定工法の研究は各國に於て既に實施され既に實用に供して充分效果を擧げてゐる方法も少くない。

現今各地で普通に行はれてゐる路床土の安定工法は次の如く。

- (1) 粒度の更正によるもの。
- (2) セメントは瀝青材の如き結合材を用ひるもの。
- (3) 化學製品系安定剤を利用するもの。

(4) 電氣化學的方法によるもの。

(5) 熱的處理によるもの。

等が擧げられるが、要するに本工法はその地方に於て得らるゝ材料を基とする事を以て

原則とするものであるから、滿洲に於てこの種の問題を取扱はんとする場合には以上の内の何れの方法がより經濟的に有利であるかを比較検討するの要のある事は勿論である。

(1) の粒度の更正とは土に砂砂利等の粗粒物質を混和して土のみの有する安定度より以上のものを得んとする方法であつて、砂砂利を多量に且容易に得らるゝ地方に於て之程簡単且經濟的なる方法はない譯である。

(2) の方法は土壤にセメント或は瀝青材の如き結合材を加へ土壤に耐水性を賦與して之を安定なるものとなす。

(3) は石灰、塗、氷化カルシウム、硅酸曹達、糖蜜、リゲニン等の化學薬品或は副産物に類する薬劑を土壤に添加混合して安定性を賦與せしめるのであるが地盤的に利用價値少い場合が多い。

(4) 及 (5) は特殊の方法であつて一般化されてゐない。

以上の如き事實を彼此考へ合す時には上記方法の内最も利用し得べきものとしては砂、砂利を容易に得らるゝ地方に於て (1) を其他一般的には



(3)の方法が利用価値大なる様思考される。

滿洲の土質は一般に微粒子を多量に含み而も(1)の方
法を實施するに必要なる材料を得難き地域が非常に廣い。
茲に於て最少の材料を用ひても最大の効果を擧げしめ
る爲には有效適切なる骨材を必要とするものである
が、之が目的に最も適してゐるものとしては現在の所「セ
メント」が第一に推される様である。

路床上の安定にセメントを利用する方法を所謂「ソイ
ル、セメント」工法と稱せられ米國に於ては適切なる多
数の機械を驅使して廣範囲に亘る土道の改良を經濟的且
能率的に實施して如り、我國に於ても既に飛行場滑走路
鋪装に本法を適用して良法なる成績を擧げてゐると聞
く。然し乍ら一方之が基本的研究に至つては滿洲に於て
は未だ微々たるものであるから滿洲土壤に對して此種工
法は實に危惧する所なく安心して施工せしめる爲には之
が工法の理論的根據を判然せしむる要がある。

茲に於て筆者は所謂「ソイルセメント」の作用機構を
究むる爲に必要な試験を逐次實施して之が結果を基と
して各種の考察を行ひ本法施工上の一資料を貢献しむると
した。

筆者等の研究により本工法の作用範囲を増大せしめる
事を得れば幸甚と存する次第である。

本報告は滿洲諸各種土壤に適當量の「ポートランドセ

メント」を添加して安定強度を求めたる結果を纏めたもの
である。

2. 試 料

(1) セメント

セメントは滿洲小野田社のポートランドセメントを使
用した。

その性状は次の通りである。

比 重	3.14
粉末程度(%)	0.9
膨脹性破裂試験	完全
爆撃試験。始發	2時間20分
終結	3時間34分
水量	26.5%
室温水温共	18.0

強度試験 (標準規格1:3モルタル強度)

材 齡 (日)	1日	2日	3日	7日	28日	成形水量 (%)
耐圧力(kg/cm ²)	144	236	307	423	495	6.9
擴張力(%)	17.3	25.5	29.7	33.6	39.8	6.7

(2) 土 壤

土壤試料として次の如き6種のものを使用した。
尚土壤種別供試土名稱はピーカー法により行つて粒度
分析結果により三角座標によつて求めたる名稱である。
供試土の一般性状第一表の如し。

第一表 供試土一般性状

供試土名稱	機 械 的 分 析 (%)						真 比 重	見 透 比 重	間 隙 比	間 隙 率	液 性 限 界	可 塑 性 限 界	可 塑 性 指 數	收 縮 限 界				
	砂 分 (%)	粉 分 (%)	沈泥% 粘土%	0.074 mm	0.005 mm	0.005 mm												
砂質土	4.76	23.38	1.19	0.59	0.297	0.149	2.074	0.006	~	~	~	~	~	~				
砂質土	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~				
砂質土	2.38	1.19	0.59	0.297	0.149	0.074	2.074	0.005	~	~	~	~	~	~				
砂質土	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm				
砂質土	0.96	2.18	3.01	5.28	7.46	7.66	26.54	27.80	45.66	2.634	1.740	0.55	37.50	45.39	18.68	26.71	26.89	
砂質土	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	
砂質土	0.2	2.2	4.2	4.2	3.6	14.4	41.0	44.6	2.649	1.734	0.48	32.64	66.70	24.15	42.01	39.82	~	
砂質土	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	
砂質土	1.0	2.8	9.6	14.0	14.4	8.2	50.0	58.8	21.2	2.643	1.803	0.48	32.91	29.97	17.32	12.65	15.85	~
砂質土	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	
砂質土	0.05	0.16	0.27	0.35	0.44	1.27	37.88	60.85	2.683	1.907	0.40	71.02	50.07	14.83	35.24	37.02	~	
砂質土	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	
砂質土	2.54	2.18	3.98	6.53	7.17	22.36	52.00	25.64	2.665	1.524	0.75	42.81	47.00	22.02	24.98	26.02	~	
砂質土	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	
砂質土	0.70	1.25	2.12	1.35	1.01	1.10	6.51	43.95	45.54	~	~	~	~	28.08	~	~	20.93	~
砂質土	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	

間隙比及間隙率は表記に於けるものなり。

2. 供試土の製作方法とその大きさ

供試土は上記材料を適當なる配合割合を以て混合した

る上、堅め固め密度が最大となるが如き水量を添加して
混捏したるものを金屬製圓筒型枠に入れ、壓力10kg/cm²

第一報 土壌種別と安定強度との関係に就て

を以て加壓し、直徑5cm高さ1cmの圓筒形となし、成型後型模型枠より外漏空氣中（室温18~20°C）に24時間放置したる後18~20°C（標準温度）の水槽中に於て所定日数養生したる上試験に供した。

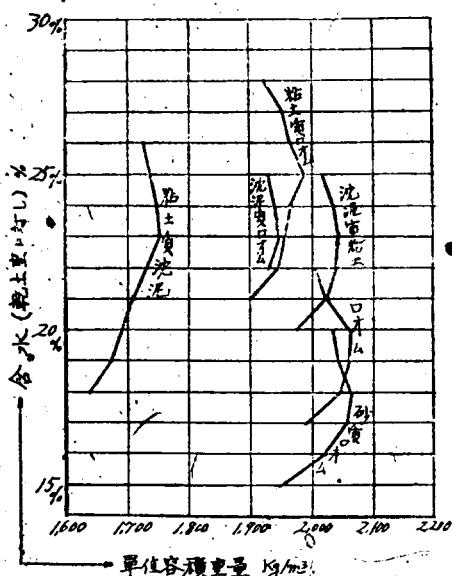
尚土壤別の密度と含水の關係は第2表及第1圖の如くなるも、本緊め固め密度は成型壓力10kg/cm²を以て加壓成型したる供試體につき之を求めたるものである。

第2表 土壌別緊め固め密度と含水の關係

土壌	kg/m ³														
	15%	16%	17%	18%	19%	20%	21%	22%	23%	24%	25%	26%	27%	28%	29%
ローム	—	—	1991	2048	2060	△	2062	2021	2008	—	—	—	—	—	—
粘土質ローム	—	—	—	—	—	—	—	1900	1943	—	1966	1986	1966	1954	1924
砂質ローム	1948	2020	2057	2063	2043	2034	—	—	—	—	—	—	—	—	—
沈泥質粘土	—	—	—	—	—	—	1977	2026	2040	△	2034	2017	—	—	—
沈泥質ローム	—	—	—	—	—	—	—	—	1931	1948	1940	1931	—	—	—
粘土質沈泥	—	—	—	1637	1671	—	1706	—	1751	1748	—	1728	—	—	—

△印最大値を示す。

第一圖 土壌別緊め固め密度と含水の關係図



第3表 土壌別耐壓並に吸水試験成績

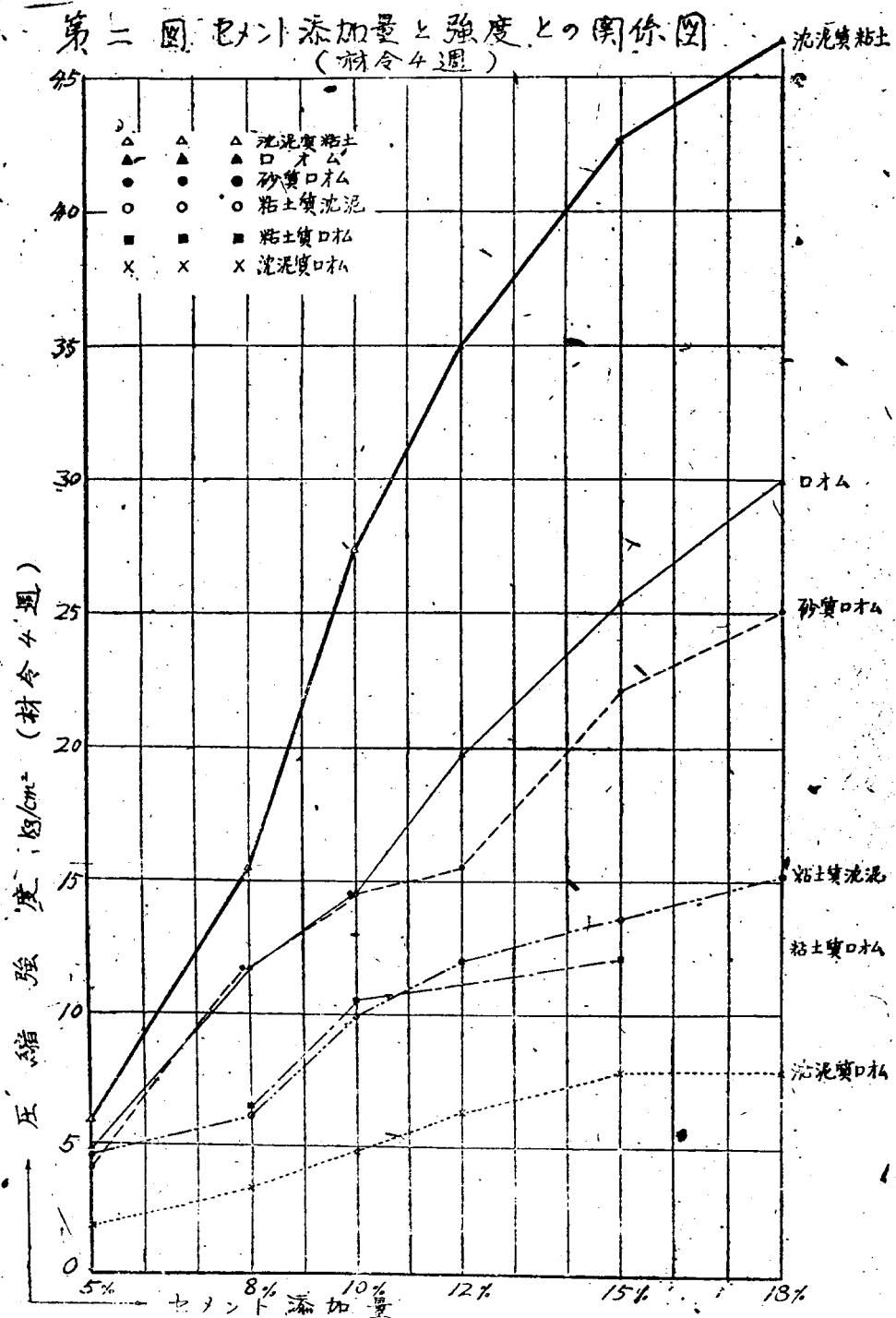
强度 kg/cm²

供試土に對するセメント添加量 %	成形材齢 3日	成形材齢 5日	成形材齢 7日	成形材齢 14日	成形材齢 28日	强度 kg/cm ²	
						含水比 %	吸水率 %
ローム	5	20%	1.25	4.49	1.25	4.20	1.75
	8		1.48	9.42	1.62	9.02	2.01

第一報 土壌種別と安定強度との関係に就て

19

粘	10		1.63	12.99	2.00	12.00	2.01	9.93	3.97	11.82	4.52	14.57
土	12	20%	1.49	13.76	2.22	14.00	2.51	14.34	3.99	17.00	3.05	18.76
沙	15		1.50	17.83	2.20	17.04	2.38	17.04	4.25	19.43	4.56	25.47
泥	18		1.50	19.56	2.13	19.91	2.27	19.44	3.73	23.03	—	29.93
砂	5		1.87	5.80	2.29	3.42	2.51	3.57	4.00	4.07	4.64	4.07
土	8		2.25	11.31	2.29	8.83	2.51	9.52	4.01	10.49	4.71	11.71
粘	10	18%	2.24	12.73	2.27	12.35	2.51	10.01	3.99	14.46	4.80	14.52
土	12		2.13	15.23	2.28	13.47	2.54	12.92	4.01	15.58	4.96	15.53
沙	15		2.00	18.44	2.53	15.46	3.15	14.51	4.25	21.00	5.24	22.15
泥	18		2.11	22.86	2.76	18.01	3.81	16.00	5.12	24.00	6.11	25.11
粘	5		4.74	2.60	6.28	1.34	6.28	1.43	7.67	1.78	8.99	1.82
土	8		4.78	3.73	5.97	2.04	7.03	2.49	7.62	3.37	8.20	3.37
粘	10	23%	4.22	5.76	6.20	3.55	7.64	2.80	8.21	4.31	8.70	4.79
土	12		4.64	5.81	5.65	2.68	5.75	2.80	8.51	5.94	8.88	6.29
沙	15		4.49	6.25	5.22	3.11	5.74	4.20	8.21	7.74	8.63	7.82
泥	18		4.64	6.32	5.22	3.82	5.44	4.76	8.66	7.59	9.50	7.84
粘	5		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
土	8		—	1.55	4.21	—	—	—	—	—	—	—
粘	10	25%	—	1.39	5.49	—	—	—	—	—	—	—
土	12		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
沙	15		—	1.24	9.62	—	—	—	—	—	—	—
泥	18		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
粘	5		—	4.53	1.99	8.93	2.55	4.35	4.38	5.47	4.58	—
土	8		—	2.78	4.97	3.60	5.00	4.37	6.11	5.57	6.11	—
粘	10	23%	—	2.76	5.38	4.14	5.80	4.55	8.81	4.68	9.93	—
土	12		—	2.78	6.01	3.89	6.11	4.87	11.69	4.65	12.00	—
沙	15		—	2.78	7.00	3.29	9.83	4.43	13.00	3.40	13.60	—
泥	18		—	8.40	2.77	11.03	3.25	16.14	3.32	15.20	—	—
粘	5		2.12	6.50	2.84	6.67	2.86	6.76	4.17	8.63	5.18	5.96
土	8		2.24	11.67	3.20	13.12	4.13	13.14	4.39	15.53	6.69	15.48
粘	10	23%	2.37	14.57	2.96	15.43	3.63	21.94	4.30	27.33	5.61	27.40
土	12		2.50	19.71	3.23	21.01	4.28	22.20	4.42	34.51	5.71	35.00
沙	15		2.75	24.96	3.75	25.50	4.75	28.63	5.29	41.51	6.52	42.65
泥	18		2.63	28.07	4.20	28.93	4.29	31.51	5.16	46.09	6.69	46.35



(2) 本試験は材齢4週迄の短期養生(標準温度)せるものにつき行つたが、養生日数と強度との関係は1週以内の如き材齢極めて短き場合に於ては異々逆結果を示す場合があるが大體に於て長期材齢のものの方が強度大である。

(3) 吸水率は土質別に相違を示すが、本試験に於て行つた強度のセメント混和量に於ては吸水率とセメント量との間に判然たる関係を示さない。

(4) 土壌の種類と強度の関係は上述の第2圖の如く著しい相違を示し大體に於て沈泥分を多量に含む土壌は強度が低調である。

本試験結果より次表の如く常温施工に於ては各土質別に所要強度(材齢4週)を得る爲のセメント添加量を定める事が出来る。但し混和作業が充分よく行はれるものとしたる場合であるから現場施工に於ては勿論安全率を見越す必要がある。

第4表 所定強度(材齢4週のものにつき)を得る爲のセメント量

常温施工且混和作業安全なる場合

土質種別	堅密強度(材齢4週) 5kg/cm ² を得る爲のセメント添加量(%)	同じく10kg/cm ² を得る爲のセメント添加量(%)	同じく15kg/cm ² を得る爲のセメント添加量(%)	同じく20kg/cm ² を得る爲のセメント添加量(%)	同じく25kg/cm ² を得る爲のセメント添加量(%)
ローム	5~6%	8% 内外	11% 内外	13% 内外	15%
砂質ローム	6% 内外	8% 内外	13%	14%	18%
沈泥質ローム	10~12%	不可	不可	不可	不可
土質ローム	8%	10%	不可	不可	不可
粘土質沈泥	7% 内外	10~12%	18%	—	—
沈泥質粘土	5%	7% 内外	8%	9%	10%

緒 言

路床土安定法の内の、土壤にボルトランドセメントを添加して之を安定化する試験を行ひ、之に依て常温施工に於ては施工現場の土質を繰り調査して置けばセメント使用量を所要強度に應じ求め得ると云ふ結果を得た。但し之等を施設も土壤中にセメント硬化に有害なる物質を含まない而も混和作業完全にして常温施工と云ふ様な好条件下に於ける場合のものであるから、現場施工に於

ては他の悪条件を考慮に入れて適當に安全率を見越す必要がある事は勿論である。尚頃其他の因数即ち養生温度の影響、有機物含有量の問題、使用水量と強度との關係、短期強度に及ぼす影響の影響其他重要施工條件に對處すべき問題に關する試験を行い、現場施工に資すると共に更に進んで所謂「ソイルセメント」の作用機構(mechanism)を明にし度い積りである。